

PAT-NO: JP363026345A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63026345 A  
TITLE: SURFACE TREATMENT OF ENDLESS METALLIC BELT  
PUBN-DATE: February 3, 1988

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
AIHARA, HIDEO  
TAKEBAYASHI, MASAMITSU  
OGINO, MINEO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOYOTA MOTOR CORP N/A

APPL-NO: JP61168922

APPL-DATE: July 17, 1986

INT-CL (IPC): C23C008/56, F16G005/16

US-CL-CURRENT: 148/226, 427/255.5

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an extremely high residual compressive stress and to remarkably improve the flexural fatigue strength of an endless metallic belt by putting the endless metallic belt on &ge;2 pieces of rollers and expanding the space between the rollers to cause a preferential plastic deformation on the outside surface of said belt while rotating the rollers, then subjecting the belt to a soft nitriding treatment.

CONSTITUTION: Tensile force is exerted by expanding the space between the rollers 10 and 12 to the endless metallic belt 14 which is wound around two

pieces of the rollers 10 and 12 and consists of a maraging steel subjected to a soln. heat treatment. The roller 10 is rotated in this state and the belt 14 is extended until the specified size is attained to cause the preferential plastic deformation on the outside surface thereof. The plastically deformed belt 14 is then subjected to the soft nitriding treatment by a tufftriding method. As a result, the extremely high residual compressive stress is imparted to the endless metallic belt and the bending strength of the endless metallic belt is eventually remarkably improved.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

----- KWIC -----

Current US Cross Reference Classification - CCXR

(1):

148/226

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-26345

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月3日

C 23 C 8/56  
F 16 G 5/166554-4K  
B-8312-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 無端金属ベルトの表面処理方法

⑯ 特 願 昭61-168922

⑰ 出 願 昭61(1986)7月17日

⑱ 発 明 者 相 原 秀 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑱ 発 明 者 竹 林 正 光 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑱ 発 明 者 荻 野 峯 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

無端金属ベルトの表面処理方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) マルエージング鋼からなる無端金属ベルトを準備し、該無端金属ベルトに溶体化処理を施して、溶体化処理状態の無端金属ベルトを、少なくとも2個のローラに掛装し、回転させながらローラ間隔を拡張することにより、塑性変形量が1.0ないし8.0%となるように引張応力を無端金属ベルト素材に負荷して、無端金属ベルトの外表面を優先的塑性変形させ、その後、その無端金属ベルトの外表面に軟窒化処理を行うことを特徴とする無端金属ベルトの表面処理方法。

(2) 前記ローラのローラ径を、無端金属ベルトが、無段変速機作動時に負荷される最大曲げ応力の、2倍以上の曲げ応力を発生させるローラ径としたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の無端金属ベルトの表面処理方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、無端金属ベルトの表面処理方法に関する。詳細には、マルエージング鋼製の無端金属ベルトの外表面の表面処理方法に関する。

## (従来の技術)

自動車等の車両用にベルト駆動式の無段変速機が開発されている。第6図に無段変速機100を示す。この無段変速機100において、2個のV形プーリ102、104と、それにトルク伝達ベルト106が掛装されており、トルク伝達ベルト106は、キャリア108とその上を摺動移動可能に、横部材110が多数配列されている。また、キャリア108は、第7図に示すように、複数の無端金属ベルト108aないし108eを積層状に重ねたものである。

そして、トルク伝達ベルト106がトルクを伝達する時には、キャリア108が、上記2個のV形プーリ102、104の間を回転運動することから、キャリア108を構成する無端金属ベルト108aないし108eは、横部材110により

曲げ応力を受けることになる。なお、これらのプーリの径を可変とすることにより、連続的にプーリの回転伝達比を変化させるようにしている。

このように、無端金属ベルト108aないし108bは、この曲げ応力を繰返し受けるため、その曲げ疲労強度が十分でない場合には、疲労破断に至るという欠点がある。

これに対し、マルエージング鋼をキャリア108に用いることにより、高疲労強度、高靱性を持たせることが行われている。マルエージング鋼製のキャリアに軟窒化処理を施し、さらに強度を向上させることも検討されている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、近年、高トルクエンジン用として、極めて高い疲労強度が求められるようになっており、上記の対策をもってしても十分な性能が得られていない。

したがって、本発明の目的は、強度、靱性を満足した上で、極めて高い疲労強度を有する無端金属ベルトを提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

ところで、本発明者等の研究によれば、曲げ疲労強度を向上するには、溶体化処理状態のマルエージング鋼を用い、使用時の応力分布において曲げ応力の高くなる無端金属ベルトの外表面に、圧縮残留応力を付与するのが有効であることが明らかとなった。すなわち、従来知られたところでは、軟窒化処理で付与される圧縮残留応力もしくは強度と前加工との間に因果関係は明確になっておらず、軟窒化処理前に疲労強度の向上を狙って積極的に加工をするということはないが、本発明者等の知見によれば、両者の組み合わせが極めて疲労強度の向上に有効でなることが判ったものである。

また、圧縮残留応力の付与には、所定の塑性変形を施したベルトに軟窒化処理を行うことが大変有効であることを知見するに至った。

そこで、本発明は、所定の塑性変形量として1.0ないし 4%を付与したマルエージング鋼製のベルトに軟窒化処理を施すことを特徴とする。

具体的には、本発明の無端金属ベルトの表面処

3

理方法は、次の構成からなる。

第1図の工程図に示すように、まず、マルエージング鋼からなる無端金属ベルトを準備する(工程(a))。次に、無端金属ベルトに溶体化処理を施す(工程(b))。そして、溶体化処理状態の無端金属ベルトを、少なくとも2個のローラに掛装し、回転させながらローラ間隔を拡張することにより、塑性変形量が1.0ないし8.0%となるように塑性領域に至る引張応力を無端金属ベルト素材に負荷して、無端金属ベルトの外表面を優先的に塑性変形させる(工程(c))。最後に、その外表面に軟窒化処理を行う(工程(d))。

上記の本発明構成において、ローラのローラ径は適宜選択することができるが、無端金属ベルトが、無段変速機作動時に負荷される最大曲げ応力の、2倍以上の曲げ応力を発生させるローラ径とすれば、無段変速機における耐疲労強度の点から望ましい。

マルエージング鋼からなる無端金属ベルトに溶体化処理を施した後の時効処理は、軟窒化処理時

4

に併せて行うことができる。その場合、加熱を同時にすることにより、工程およびエネルギーコストの節約になるという利点がある。

また、軟窒化処理は、タフトライド等の塩浴によるものの他、ガス軟窒化、イオン窒化を用いることができる。

(作用)

本発明において、無端金属ベルト外表面に圧縮残留応力を付与することによって、無端金属ベルトの曲げ疲労強度が向上するのは、無端金属ベルトに曲げ荷重が負荷された時、圧縮残留応力が無端金属ベルト外表面に発生する引張応力を緩和することによるものである。

圧縮残留応力の付与は、無端金属ベルトの塑性変形および軟窒化処理により行われるが、塑性変形量が1.0%未満では、圧縮残留応力が十分でなく、大きな疲労強度が得られない。また、塑性変形量が8.0%以上では、無端金属ベルトを損傷して、かえって、曲げ疲労強度を低下するのでないし8.0%に限定した。

5

6

なお、塑性変形および軟窒化処理との組み合わせによって、極めて高い表面圧縮残留応力が発生する理由について、メカニズムの詳細は不明であるが、塑性変形を加えたことにより窒素原子が固溶し易い表面状態が生ずるものと推測される。

すなわち、引張応力の負荷工程以外を同一工程とし、加工率1.0%で負荷を行ったものは、X線回折による測定の結果、格子定数が2.894Åであり、負荷を行わなかった場合の格子定数2.888Åに比べて格子間隔が大きいことによる窒素の固溶量の増加と考えられる。

#### (実施例)

以下、添付図面に基づいて、本発明の実施例を説明する。

第2図は、無端金属ベルトに、引張応力負荷装置の概略図、第3図は、本実施例のベルトの塑性変形量と表面圧縮残留応力の関係を表すグラフ、第4図は、疲労試験装置の概略図、そして、第5図は、本実施例のベルトの疲労試験のグラフである。

7

ローラ10を回転して、無端金属ベルト14が規定寸法となるまで引き伸ばされて、その外表面が優先的に塑性変形されるものである。

この引張応力負荷装置を用いて、種々のエキスパンド加工率で引張応力の負荷を行った。

なお、エキスパンド加工率 $\epsilon$ は、次式で表される。

$$\epsilon = (L - L_0) / L_0 \times 100$$

ただし、

$L$  = エキスパンド加工後のベルト周長

$L_0$  = エキスパンド加工前のベルト周長

引張応力の負荷された無端金属ベルトは、タフトライド処理による軟窒化処理が施された。

タフトライド処理は、(K、Na)CNを35%、(K、Na)CNOを3%と残部を(K、Na)CO<sub>2</sub>とした塩浴に540℃で20分間浸漬することにより行われた。なお、この軟窒化処理自体は、TP1処理(デグサ社の商品名)として知られているものである。

このようにして得られた無段変速機のキャリヤ

まず、無端金属ベルトを準備する。無端金属ベルトは、250ksi級のマルエージング鋼板の素材を溶接により筒状とし、冷間圧延により板厚0.2mmとした後、幅位10.0mmで切断し、周長700mmの無端金属ベルトとした。

次に、この無端金属ベルトに約800℃の温度で溶体化処理を施した後、ただちに引張応力の負荷を行った。

この引張応力の負荷は、第2図に示す装置を用いた。

第2図において、符号10および12はローラ、14は無端金属ベルト、16は引張側ローラ12のガイド、18はシリングである。各ローラ10、12のローラ径は、40mmである。

また、ローラ10は、図示されないモータにより回転される構造となっている。

そして、2個のローラ10および12に掛装された無端金属ベルト14は、2個のローラ10および12の間隔を拡張することにより、引張力が負荷されるとともに、図示されないモータにより、

8

としての無端金属ベルトの各種エキスパンド加工率における外表面の圧縮残留応力を調べた。

その結果、第3図に示すように、エキスパンド加工率1.0%以上で略120kg/mm<sup>2</sup>の表面圧縮残留応力が得られ、それ以上では、一定となっていることが分る。

また、この無端金属ベルトを第4図に示す疲労試験装置に掛装し、繰り返し曲げ疲労試験を行った。無端金属ベルト14は、ローラ20、22の間に掛装され、ローラ20、22の回転により繰り返し曲げ応力を受けるようにされている。なお、ローラ20のローラ径は、150mmである。一方、ローラ22のローラ径は、試験の設定応力によって25mmから35mmまでのものを使い分けて試験を実施した。

エキスパンド加工率が0%、0.4%、1.0%のものにつき、疲労試験を実施した結果を第5図に示す。図より明らかなように、エキスパンド加工率0%、すなわち軟窒化処理のみを施したものに比べ、1.0%の加工率のものは、疲労寿命が極め

9

10

て高いことが分る。また、エキスパンド加工を施した加工率が0.4%のものは、1.0%のものに比べ、疲労寿命が劣ることが分る。

したがって、エキスパンド加工率が1.0%以上のものは、表面圧縮残留応力が高く、疲労寿命が長いことが分る。ただし、図示しないが、エキスパンド加工率が8.0%以上のものは、塑性変形量が大き過ぎ、破断を生ずるので、1.0%ないし8.0%が望ましい。

以上、本発明の特定の実施例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許の範囲内において種々の実施態様を包含するものである。

#### (発明の効果)

以上により明らかなように、本発明にかかる無端金属ベルトへの圧縮残留応力付与方法によれば、少なくとも2個のローラに無端金属ベルトを掛装し、回転させながらローラ間隔を拡張することにより、無端金属ベルト材の塑性領域に至る引張応力を負荷して、無端金属ベルトの外表面を優先的

に塑性変形させた後、軟室化処理を施すことによって、極めて高い圧縮残留応力を得、結果として無端金属ベルトの曲げ疲労強度を、飛躍的に向上させることができる利点がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の無端金属ベルト表面処理方法の工程図、

第2図は、無端金属ベルトに、引張応力負荷装置の概略図、

第3図は、本実施例のベルトの塑性変形量と表面圧縮残留応力の関係を表すグラフ、

第4図は、疲労試験装置の概略図、

第5図は、本実施例のベルトの疲労試験のS-N線図、

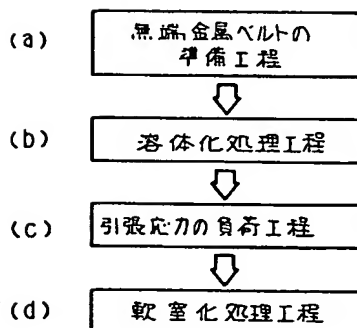
第6図は、無段変速機の概略図、

そして、第7図は、第6図のW-W線矢視断面図である。

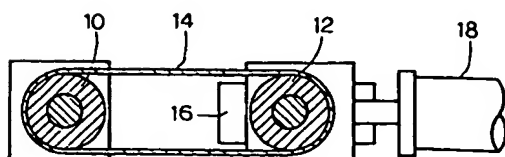
出願人 トヨタ自動車株式会社

11

### 第1図

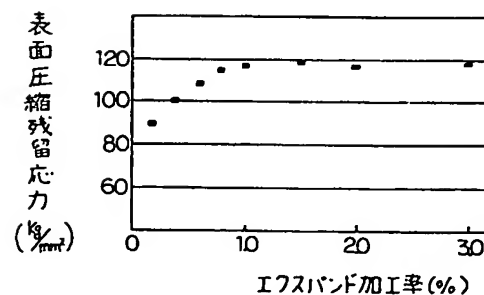


### 第2図

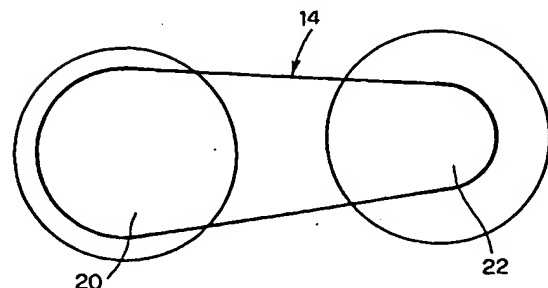


12

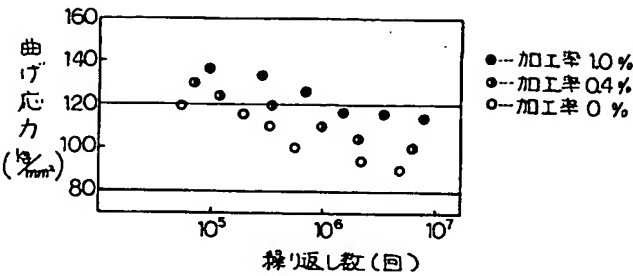
### 第3図



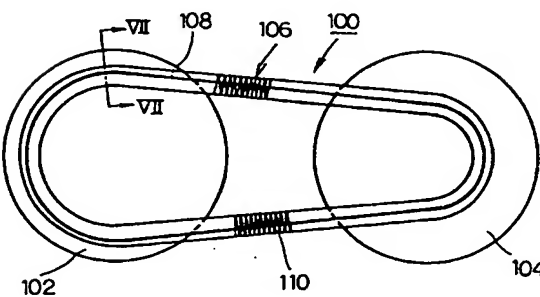
### 第4図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

